

Cambio Climático y Bienestar Humano. Retos de la Arquitectura en Latinoamérica

Climate Change and Human Well-Being. Architecture Challenges in Latin America

DOI: 10.17981/mod.arq.cuc.29.1.2022.06

Artículo. Fecha de Recepción: 22/4/2022. Fecha de Aceptación: 25/5/2022.

Lucas Arango Díaz 

Universidad de San Buenaventura. Medellín (Colombia)

lucas.arango@usbmed.edu.co

Elisabeth Herreño Tellez 

Universidad de San Buenaventura. Medellín (Colombia)

elisabeth.herreno@usbmed.edu.co

Manuela Murillo Galvis

Universidad de San Buenaventura. Medellín (Colombia)

manuela.murillo@la-b.co

Para citar este artículo:

Arango, L., Herreño, E. y Murillo, M. (2022). Cambio Climático y Bienestar Humano. Retos de la Arquitectura en Latinoamérica. *MODULO ARQUITECTURA CUC*, 29, 135–152. <http://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.29.1.2022.06>

Resumen

En el marco del primer encuentro de la Red Latinoamericana de Escuelas de Arquitectura realizado en Medellín, Colombia, en noviembre de 2021 se discutieron los retos que la Arquitectura en América Latina. En esta discusión fueron expuestos y discutidos, entre otros, dos retos muy alineados con la bioclimática: el cambio climático y la consideración de los factores Humanos. Derivadas de varias investigaciones académicas a lo largo de 10 años, este artículo recoge reflexiones y discute acerca de la urgencia de repensar la arquitectura a la luz de las nuevas condiciones climáticas a las que estarán sometidas las edificaciones que hoy habitamos y diseñamos. Adicionalmente, propone complementar esta discusión desde un enfoque transdisciplinario en el que se considere y visibilicen los factores humanos, específicamente desde el punto de vista de la salud de los habitantes y del rol del Arquitecto para favorecer el bienestar de las personas en espacios interiores. El artículo concluye con la importancia de repensar el rumbo de los planes de estudio de las Escuelas de Arquitectura de manera que se considere el cambio climático y el bienestar de las personas como uno de los ejes problemáticos de la enseñanza de la Arquitectura.

Palabras clave: Arquitectura; Bioclimática; Hábitat; Sostenibilidad ambiental; Cambio Climático; Factores Humanos

Abstract

At the first meeting of the Latin American Network of Schools of Architecture held in Medellín, Colombia, in November 2021, the challenges that Architecture in Latin America has were discussed. In this discussion, two challenges closely aligned with Bioclimatic were exposed and discussed: Climate Change and the consideration of Human factors. Derived from various academic investigations over 10 years, this paper collects reflections and discusses the urgency of rethinking Architecture in light of the new climatic conditions to which the buildings we inhabit and design today will be subjected. Additionally, it proposes to complement this discussion from a transdisciplinary approach in which human factors are considered and made visible, specifically from the point of view of the health of the inhabitants and the role of the Architect to promote the good health of people in interior spaces. The paper concludes with the importance of rethinking the course of the study plans of the Schools of Architecture in such a way that Climate Change and the Well-being of people are considered as one of the problematic axes of the teaching of Architecture.

Keywords: Architecture; Bioclimatic; Habitat; Climate Change; Human Factor

INTRODUCCIÓN

Los grupos de investigación de la Facultad de Artes Integradas de la Universidad de San Buenaventura (Medellín, Colombia), se han trazado, entre otros, el objetivo de “consolidar conocimientos, inquietudes, prácticas y perspectivas de análisis que permitan el desarrollo de proyectos y productos construidos de manera sistemática alrededor de la bioclimática y los factores humanos con especial énfasis en las nuevas tendencias y a partir de enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios”.

Para lograr este objetivo, estos grupos de investigación se han propuesto repensar y cuestionar sistemáticamente la arquitectura y su rol a partir de los retos actuales y venideros. Uno de los retos que, históricamente, más ha motivado investigaciones académicas en la facultad de Artes Integradas está relacionados con la bioclimática. Prueba de esto es la existencia del programa de Arquitectura que ha acompañado, entre otras, investigaciones académicas como, por ejemplo:

- Efectos del cambio climático sobre espacios urbanos y edificaciones. Comparación entre Manizales, Cali y Medellín.
- Cambio climático y arquitectura: exploraciones sobre el desempeño bioclimático de edificaciones y espacios urbanos en el trópico andino.
- Caracterización de los tipos de cielo en Colombia: perspectivas de generación de energía fotovoltaica y disponibilidad de la luz natural.

- Relación entre la percepción de suficiencia lumínica, la radiación solar y la comodidad térmica en aulas universitarias en Medellín.
- Identificación de factores de desempeño ambiental determinantes de la salud mental de docentes y estudiantes de escuelas públicas de Bogotá, Medellín y Cali: línea base para el análisis de impacto de la política pública según la norma ntc 4595.
- Bienestar humano y arquitectura.
- Muros calados en fachadas de ambientes escolares, análisis de ventilación natural, iluminación natural y deslumbramiento.
- Evaluación cognitiva de los niños de 3 a 5 años y la respuesta conductual a las variables ambientales de los salones de los jardines para la primera infancia en la ciudad de Medellín.

En la facultad de Artes Integradas, el componente bioclimático de la Arquitectura se aborda como el conjunto de estrategias arquitectónicas que, a partir de la consideración del contexto climático y social local, se encaminan a favorecer el bienestar humano y a optimizar la eficiencia de los recursos (agua, energía y materiales) en el ejercicio de diseño o readecuación de espacios urbanos y edificaciones. Esta definición resalta la importancia de considerar, de manera simultánea, los factores humanos y factores ambientales en el ejercicio de arquitectura.

Desde ese punto de vista, en la [Figura 1](#) se propone un diagrama para valorar los proyectos arquitectónicos desde las dos perspectivas.

Los proyectos localizados en la región 3, desde el punto de vista del bienestar humano son inadecuados, pues además de no consideran suficientemente a los habitantes, no se genera una conexión significativa con la sostenibilidad ambiental y, en general, con los factores ambientales. Los proyectos ubicados en la zona 2, color rojo, suelen valorarse, en la actualidad, como proyectos destacados a pesar de que se centran casi exclusivamente en los factores ambientales y no enfatizan suficientemente en los factores

humanos. Estos son energéticamente eficientes, tienen baja huella de carbono, etc., pero no presentan condiciones óptimas de habitabilidad. En el nivel 2, color verde, los proyectos arquitectónicos en la búsqueda por garantizar condiciones adecuadas de bienestar humano, resultan poco eficientes en el uso de los recursos (agua, energía, materiales). Finalmente, la región 1 representa proyectos óptimos desde el punto de vista de los factores medio ambientales y humanos.

FIGURA 1.
Propuesta de valoración de proyectos a partir de una mirada simultánea desde los factores ambientales y factores humanos.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de ese reto de la bioclimática en la arquitectura, la Facultad de Artes Integradas se ha propuesto específicamente diseñar proyectos arquitectónicos y urbanos para la región uno (1) de la [Figura 1](#). Para lograrlo, ha entendido que los arquitectos no solamente diseñan y construyen espacios, sino que, sea directa o indirectamente, diseñan la temperatura de un espacio, la cantidad de luz que hay en él, la calidad de la luz que incide, la acústica arquitectónica, la incidencia del espacio sobre el bienestar de las personas, y, de acuerdo con esto, diseñan el desempeño ambiental de los espacios habitables.

Para diseñar correctamente ese desempeño ambiental, se ha establecido la integración de dos retos específicos en la enseñanza, la investigación y la práctica de la arquitectura: el reconocimiento del cambio climático en nuestro contexto tropical latinoamericano y la influencia de la arquitectura sobre la salud de las personas.

Este artículo tiene por objetivo reflexionar acerca de estos dos retos específicos de la arquitectura a mediano y largo plazo, así como indagar sobre las acciones que deberían considerarse para afrontar estos dos retos. Estas reflexiones e indagaciones se plantean a partir de las experiencias y recomendaciones a trabajos futuros de las investigaciones académicas de la facultad de Artes Integradas de la Universidad de San Buenaventura (Medellín-Colombia) que anteceden este texto.

CAMBIO CLIMÁTICO

Las primeras reflexiones en torno al cambio climático surgen alrededor de 1970 y estaban asociadas a la forma de producción de los objetos y a la transformación de las ciudades. Desde ese momento los países han ido construyendo acuerdos asociados a la conservación del planeta y el desarrollo humano manifestado en diferentes cumbres y reuniones de las Naciones Unidas. Dentro de los acuerdos establecidos uno de los más relevantes es el *Informe de Brundtland*, publicado por la Organización de las Naciones Unidas ([ONU, 1987](#)), en este se define el desarrollo sostenible como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (p. 55).

En el siglo XXI estas reflexiones y acuerdos se han venido ampliando. Uno de los acuerdos más representativos en la actualidad es el Acuerdo de París (COP 21). En este, la gran mayoría de los países se propusieron trabajar conjuntamente sobre el cambio climático a partir de tres metas globales: (i) no superar el aumento de la temperatura media de 1.5°C al finalizar el siglo XXI, (ii) conseguir emisiones de dióxido de carbono inferiores a cero y (iii) conseguir la reducción de un 55% de emisiones. Sin embargo, en los análisis presentados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - COP 26 celebrado en la ciudad de Glasgow, Escocia entre el 31 de octubre y el 12 de noviembre de 2021, se presenta las proyecciones de los in-

dicadores no muy alentadores frente al cumplimiento de las metas planteadas, evidenciando que de la forma en que consumimos recursos e interactuamos con el planeta, el incremento de la temperatura a 2050 sería alrededor de 2.7°C y la reducción en 2030 únicamente llegaría al 7.5%.

Como resultado del Acuerdo de París y basados en los Objetivos del Milenio que se enfocaban más a trabajar en metas para los países en vía de desarrollo, se desprenden los Objetivos de Desarrollo Sostenible-ODS, como un plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todos, integrando a todos los países en la consecución de las metas propuestas. Los ODS se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que la sociedad se enfrenta día a día, como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia. Y que en su aplicación buscan que todos construyan una alianza para el desarrollo sostenible, comportándose como una herramienta de planificación para los países que participan.

Algunos ODS planteados en el acuerdo de París, buscan la aplicación de estrategias de desarrollo con bajas emisiones de carbono para mitigar los impactos del cambio climático; estos 17 objetivos con sus 169 metas interrelacionadas incorporan los desafíos globales asociados a la biosfera, la sociedad y lo económico. Es por esto que para la arquitectura y en la construcción de las edificaciones la integración de las metas de los ODS permitirá que en los próximos años las

edificaciones tengan menores impactos y emisiones garantizando una vida sana y bienestar a las personas que los habitan.

Para el sector de la construcción donde se encuentra inmersa la arquitectura es fundamental vincular los ODS más cercanos al bienestar de las personas y el equilibrio de los servicios ecosistémicos ([Inostroza et al., 2020](#)). Como un desafío que contempla las variables ambientales y humanas para no continuar afectando el desarrollo de las comunidades, buscando en términos sociales el desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles, vinculando las variables económicas asociadas a la generación de trabajo decente que apoye el crecimiento económico a través de las industrias del sector de la construcción, para así causar menores impactos en los ecosistemas terrestres y submarinos como parte del sostenimiento del clima.

Frente a los cuestionamientos que surgen a raíz del Cambio Climático, la facultad de Artes Integradas se ha preguntado acerca de las implicaciones que podría traer este al ejercicio de la Arquitectura. En la búsqueda por responder esta pregunta se han evidenciado, al menos, tres perspectivas o enfoques para abordar la problemática: (i) las estrategias arquitectónicas que se deberían incorporar para minimizar riesgos asociados a desastres naturales como inundaciones, deslizamientos, huracanes, etc., (ii) la intensificación de estrategias bioclimáticas para disminuir contundentemente o eliminar la emisión de gases contaminantes por cuenta de los materiales de construcción o por el consumo

energético y, tal vez la menos común de todas (iii) desempeño bioclimático futuro de edificaciones actualmente en uso (Bamdad et al., 2021; Fonseca et al., 2020; Vong, 2016).

Con relación al último enfoque se ha planteado que las edificaciones ya construidas o las que estamos por diseñar y construir se van a enfrentar en un escenario futuro, a 2050 o 2080 por ejemplo, a unas condiciones climáticas para las que no fueron diseñadas. Podría decirse que esto representa una obsolescencia térmica en tanto que el aumento de la temperatura media esperado, incluso en el más optimista de los escenarios, significará que la edificación se someterá, entre otros, a períodos más calientes de lo que fue considerado en su diseño. Por tanto, se estima que será necesario realizar adaptaciones, pasivas y/o activas, para su correcto funcionamiento lo que podría significar un mayor consumo energético.

Este enfoque plantea diferentes preguntas: ¿Cómo será el impacto del Cambio Climático sobre las edificaciones? ¿En qué medida aumentará el consumo de aire acondicionado en edificaciones que actualmente lo usan? ¿En qué medida se verá afectada la comodidad ambiental en edificaciones que no usan aire acondicionado actualmente? ¿Será necesario incorporar aire acondicionado en edificaciones que actualmente no lo usan? ¿Cuáles medidas pasivas resultan más eficientes para adaptar edificaciones a escenarios de cambio climático? ¿Cómo cambiarán los períodos secos y lluviosos y esto cómo afectará el desempeño de la luz natural en espacios interiores?

Todas estas son preguntas importantes de las que se debe tener respuesta más pronto que tarde de manera que se considere esta nueva variable, mínimamente, en iniciativas o normativas de readecuación de edificaciones. Ahora bien, la adaptación no debe ser exclusiva de las edificaciones. También debería considerarse la adaptación de las personas a las venideras condiciones climáticas, es decir, no se debería considerar a las edificaciones con condiciones climáticas del futuro al tiempo que se consideran a las personas adaptadas a condiciones climáticas actuales. En ese sentido, será importante identificar los límites de la adaptabilidad en nuestro contexto, de manera que no se estime como una solución el uso de aire acondicionado.

Por lo pronto, y antes de continuar resolviendo todas esas preguntas, se estima que es de gran importancia, desde la arquitectura, poder generar espacios flexibles o adaptables, que faciliten la modificación de las condiciones térmicas o lumínicas según gustos o necesidades de los habitantes.

FACTORES HUMANOS

Los factores humanos en su definición depende del origen o la aproximación de cada uno de los autores, sin embargo su concepto se refieren a las leyes del trabajo basado en los estudios de ergonomía; en la construcción de estas definiciones en general los autores vinculan tres elementos: (i) el ser humano con sus capacidades y limitaciones y las condiciones de este frente al trabajo, (ii) los objetos, ambientes, lugares, maquinas o elementos físicos, y (iii) las relaciones en términos de

interacciones, acciones, actividades o comportamientos (García, 2002). Una de las definiciones es la de [Stramler \(1993\)](#) que explicita que:

Los factores humanos son el campo en el cual están involucradas las investigaciones de la conducta que consideran las características psicológicas, físicas, biológicas y sociales de los humanos.... Trabaja en la aplicación respecto al diseño operación y uso de productos o sistemas de productos. Es una multidisciplina que busca la optimizar el rendimiento, la salud, la seguridad y la habitabilidad del ser humano (p. 148).

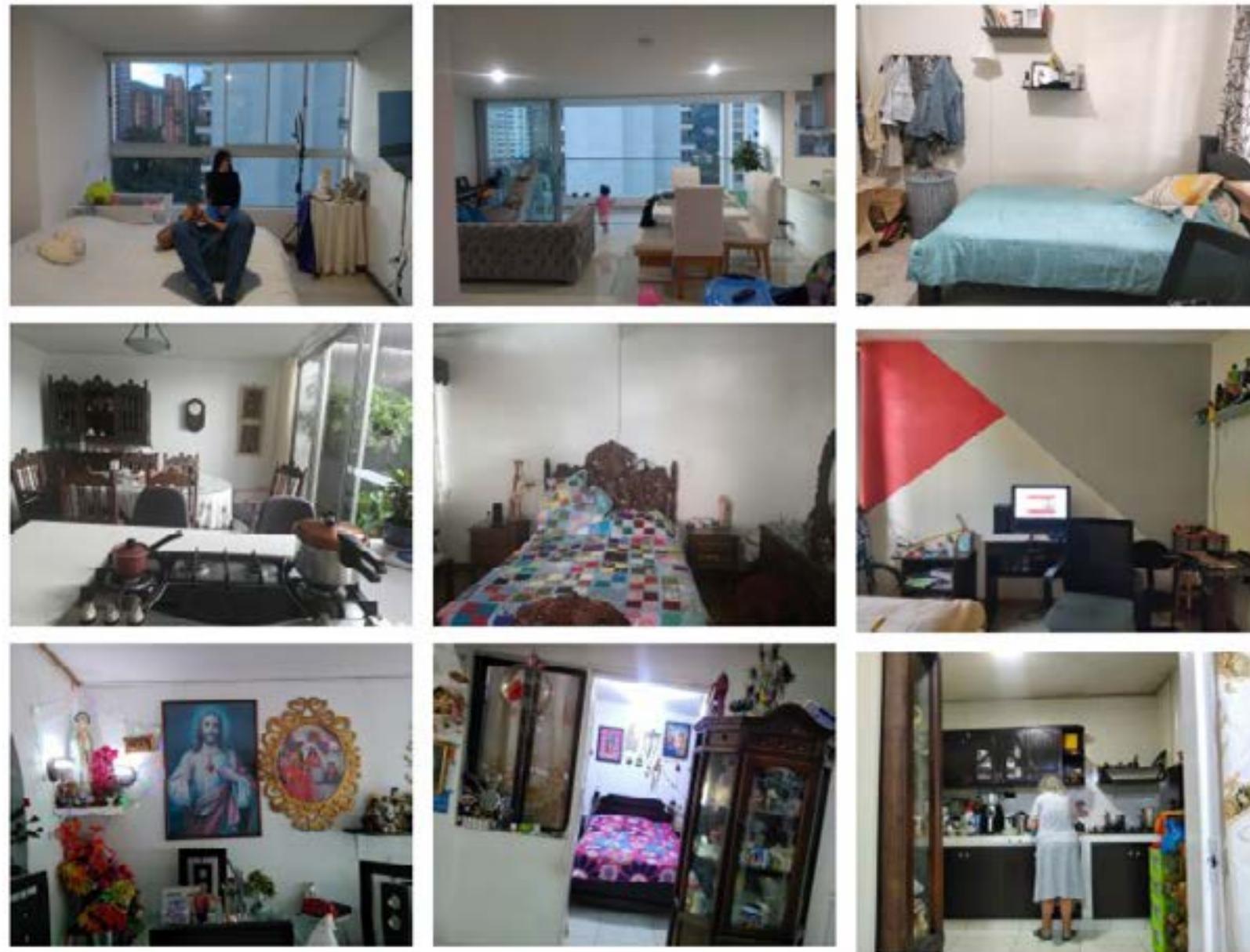
Los factores humanos en la arquitectura están referidos a condiciones físicas, psicológicas, sociológicas de interacción de los individuos en los espacios que pretenden ser habitados, estos planteamientos en el tiempo se han enfocado en el componente físico espacial con variables dimensionales del espacio, limitando la comprensión de las variables cualitativas que califican ese confort físico, así entonces en el momento actual de la humanidad es necesario estudiar el comportamiento humano de forma sistémica, que permita comprender las condiciones de vida de los sujetos desde las preconcepciones culturales, la memoria y la vida diaria, esto permitirá dar luces a un entendimiento completo y complejo de las múltiples relaciones entre arquitectura, cultura y lugar.

Con estas definiciones se estima que las reflexiones del arquitecto deberían girar en torno a como los sujetos realizan las acciones, lo cognitivo, su pensamiento, y lo sensible. Por lo tanto, integran lo físico, lo psicológico y lo social alrededor del hábitat.

El cambio climático se vincula de directamente con el ser humano no solo en el espacio que se proyecta, los análisis no se pueden limitar al análisis del lugar, sino en la adaptación humana en la vida cotidiana, en donde el análisis se enfocan en la ubicación, los aspectos de la zona en términos de vecindario, servidumbres, restricciones, aspectos legales, clima, servicios públicos y aspectos de factor humano respecto a las variables sensoriales que pueden afectar la zona, así como elementos sociales, conductuales y culturales de los habitantes del sector y las variables de capacidad adquisitiva, ingresos, empleo, entre otros. Es por esto, que en la formación del arquitecto debería apoyarse en el factor humano, con la intención de vincular temas y situaciones que tiene que ver con el sujeto no sólo desde la perspectiva física, lo dimensional, sino desde otras perspectivas como lo perceptivo, sensorial y emocional.

Un trabajo destacable, realizado en conjunto con la Universidad de San Buenaventura, se enfoca en el análisis de la vida cotidiana, más allá del espacio, de entender que se realizan unas acciones dentro de los lugares que se habitan, sino que como latinoamericanos, se tienen unos hábitos, unas formas de comportamiento y se realizan reflexiones en torno a ¿Cómo se comporta la gente? ¿Cómo varía su comportamiento de acuerdo con su cultura y a su lugar de origen? ¿Cuáles son las preferencias de la gente? ¿Qué significa vivir en la montaña o cerca al río?, en el espacio doméstico que condiciones afectan el ¿Cómo duermen las personas?

FIGURA 2.
Imágenes de la vida cotidiana en viviendas de Medellín.



Fuente: Elaboración a partir de imágenes de habitantes de las viviendas.

FIGURA 3.

Mirada holística sobre los habitantes.



Fuente: Elaboración propia.

Preguntas ambiciosas que buscan pensar en las afectaciones de lo local para ir a lo latinoamericano (Figura 2).

Una mirada holística desde los factores humanos en la arquitectura se logra a partir de la interrelación de las sensaciones, el comportamiento y la cultura (Figura 3).

Así mismo, en los aspectos fisiológicos del ser humano que habitara un espacio, las preguntas en la arquitectura deben trascender a cuestiones más profundas relacionadas con la salud de las personas. ¿Cómo es el comportamiento del cuerpo? ¿Cómo los espacios también afectan este comportamiento? ¿Cuáles son los horarios para la activación del cuerpo? ¿Cómo son los horarios para dormir? ¿Qué luz tiene? ¿Cómo ingresa la luz al espacio? ¿Cómo ingresa la luz al amanecer? ¿Cómo termina el día?

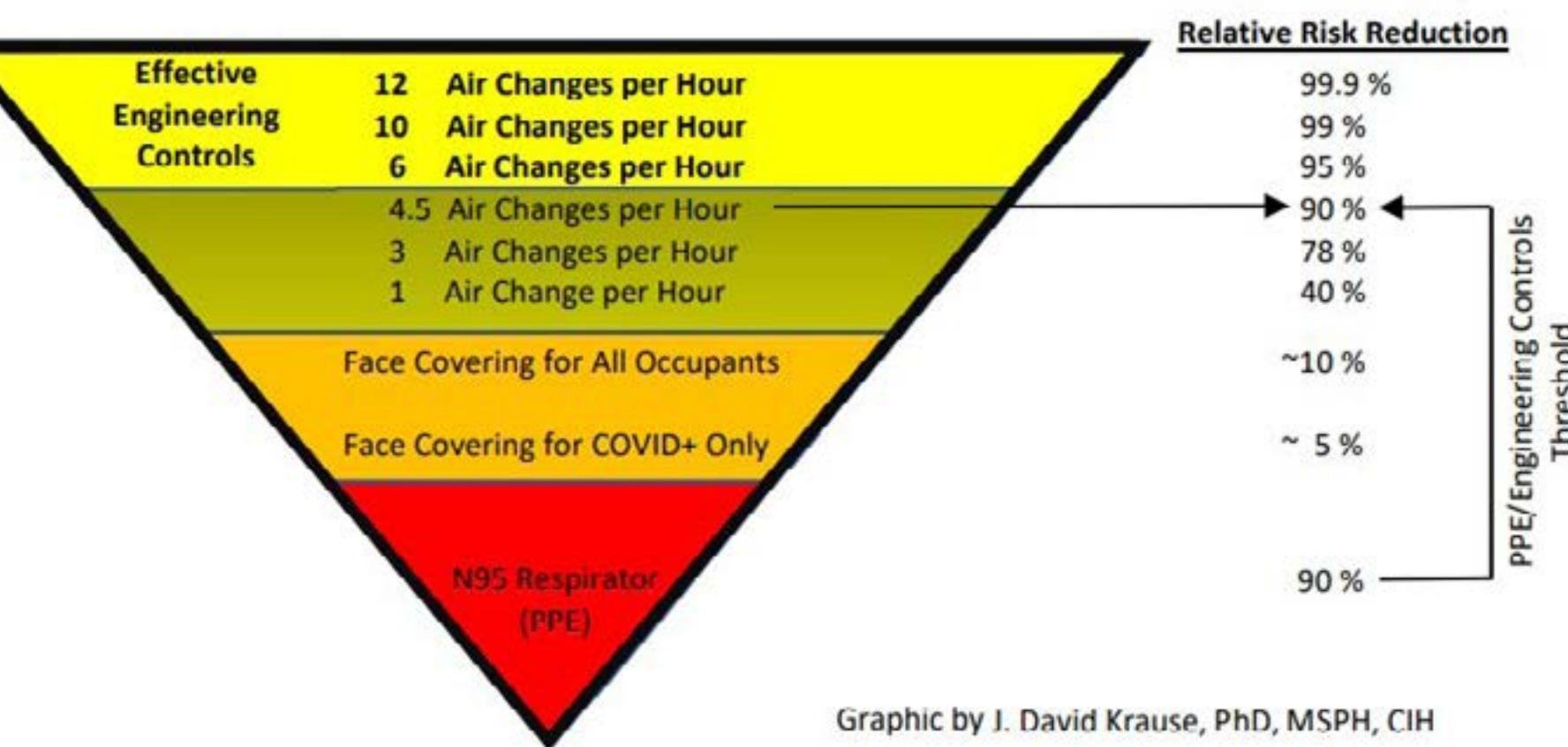
Sin embargo, estas indagaciones no se pueden abordar desde una sola disciplina, requieren el trabajo interdisciplinario para la toma de decisiones, las profesiones no se pueden ver desde una sola perspectiva, se requieren profesionales de las ciencias de la salud, las ciencias sociales, las ingenierías, lo que permite ampliar las fronteras de la disciplina y a través de la colaboración proponer nuevas investigaciones (Van Rijnsoever & Hessel, 2011). Hoy es fundamental la formación integrada con otras áreas de conocimiento que ayuden a dar respuestas holísticas a las necesidades humanas y ambientales, y que en el caso de la arquitectura permitan el desarrollo de una vida sana y el bienestar de las personas en los espacios.

Arquitectura y Salud

Desde el punto de vista de la salud de las personas que habitan los espacios diseñados por Arquitectos, podría decirse que hay suficiente evidencia, derivada de investigaciones científicas, sobre la influencia de la edificación en la salud

FIGURA 4.

Propuesta de valoración de proyectos a partir de una mirada simultánea desde los factores ambientales y factores humanos.



Fuente: American Industrial Hygiene Association (AIHA, 2020).

de las personas (Altomonte et al., 2020). Sin embargo, en la práctica del diseño arquitectónico es casi nulo el control que se tiene de las decisiones arquitectónicas sobre la salud de las personas.

En el libro *Healthy Buildings*, Allen y Macomber (2020) plantean 9 parámetros que deberían considerarse en el diseño de edificaciones que incluyen reflexiones asociadas con la salud física: acústica, iluminación y visuales al exterior, ventilación natural, calidad del aire, temperatura, humedad, polvo y plagas, seguridad y calidad del agua. Adicional a esto, Velux (2018) plantea una reflexión de la necesidad de reconectarnos con el exterior puesto que actualmente tendemos a incorporar estrategias de diseño y de habitabilidad la cual nos soluciona las necesidades térmicas, lumínicas, olfativas, etc. pero nos aíslan completamente del exterior.

Todas estas reflexiones asociadas a la salud en arquitectura tuvieron su auge en medio de la pandemia generada por el Covid-19. En medio de esta, y con la amenaza latente de nuevas pandemias en el futuro, se rescataron imágenes de aulas en principios de 1900 en las que se evidencia que se priorizó la ventilación natural para minimizar las posibilidades de contagio. Las preguntas acerca de cómo deberían ser los espacios para minimizar la probabilidad de contagio por Covid-19 se volvieron recurrentes y hubo varias investigaciones científicas que lo abordaron. Por ejemplo, la Figura 4 plantea las renovaciones de aire mínimas que deberían considerar los espacios interiores para minimizar la probabilidad de contagio.

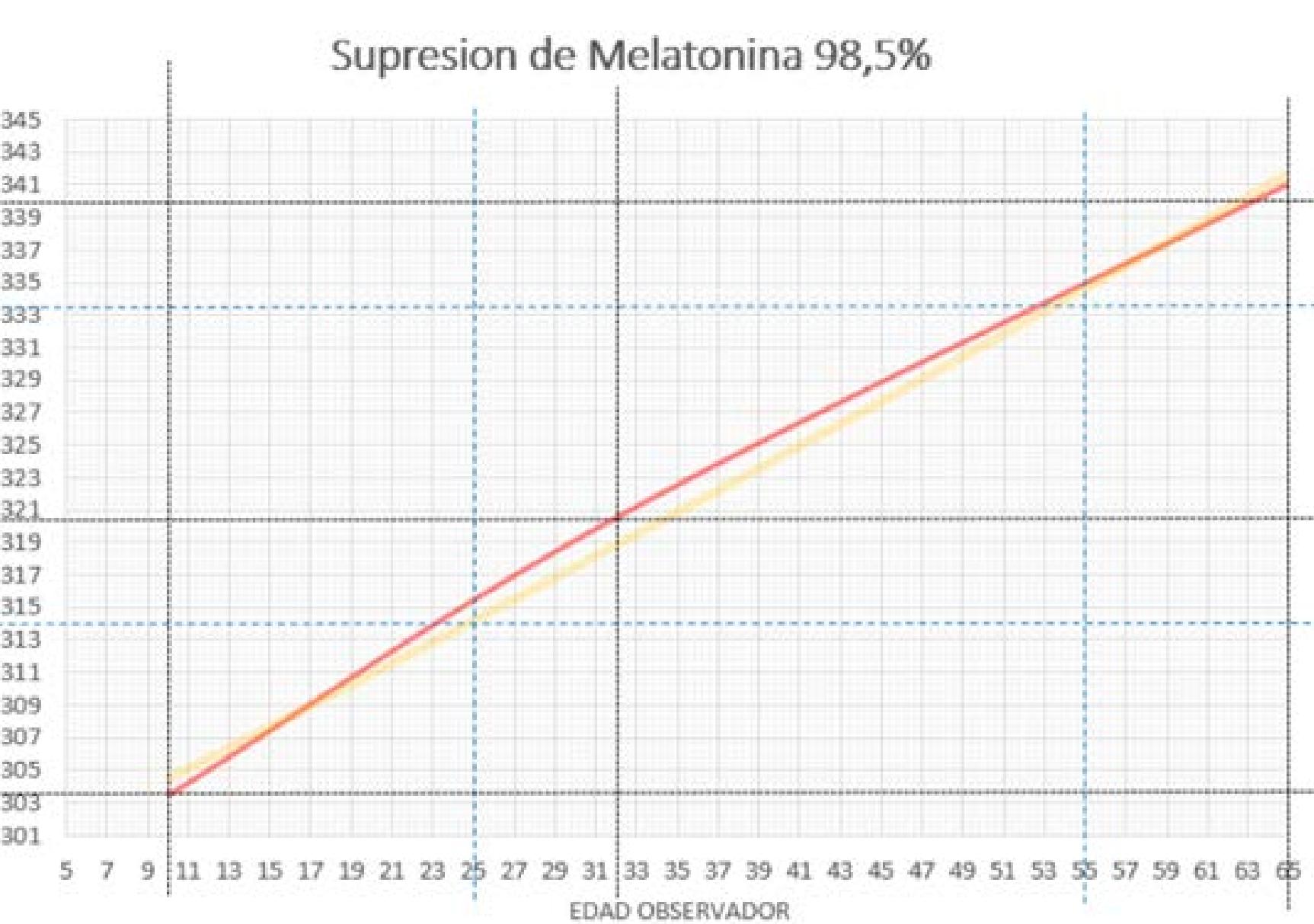
Aunque es evidente la importancia de la ventilación natural, hay otros temas asociados a la salud y la arquitectura que también resulta conveniente mencionar. Para afrontar la crisis de salud pública por cuenta de la pandemia generada por el Covid-19, en gran parte del planeta se optó por imponer el aislamiento estricto de las personas con gran cantidad de restricciones para salir. Como se esperaba, este encierro comenzó a afectar la salud mental y física de las personas por cuenta de la falta de socialización, ejercicio y limitaciones de contacto con el exterior.

Desde el punto de vista de la luz natural podría resaltarse, entre otras, algunas consideraciones relacionadas con la salud de las personas que, en cierta medida, también se popularizaron en la época de confinamiento estricto a pesar de ser ampliamente estudiadas desde hace algún tiempo. En términos generales podría decirse que la luz natural contribuye con la buena salud de las personas (Boubekri et al., 2014; Knoop et al., 2019; Lee & Boubekri, 2020; Wirz-Justice et al., 2021).

Con relación a la vitamina D, se estima que la exposición controlada a la radiación solar directa favorece su producción y, por tanto, es fundamental, desde la arquitectura, estimular la exposición controlada de las personas. Además de esto, existe también relación entre la falta de exposición a la luz natural y la aparición de trastornos psicológicos como el llamado trastorno afectivo estacional o SAD por sus cifras en inglés o problemas de sueño.

FIGURA 5.

Curva ponderada del 98.5% de supresión melatonina según la edad y la dosis de luz.



Fuente: Giraldo (2018).

Esto quiere decir que la falta de exposición a la luz natural podría ir en detrimento de la salud mental o, al menos, afectar negativamente la calidad del sueño de las personas. Aún así, también resulta fundamental evitar el exceso de exposición a la luz solar directa por cuenta de los riesgos a la salud asociados a la exposición a los rayos UV.

Otra de las relaciones entre iluminación natural y salud está asociada con los efectos no visuales de la luz natural en el cuerpo (Giraldo et al., 2020; Konis, 2017, 2019). Esto quiere decir que los ciclos circadianos están afectados por la magnitud y por el espectro del estímulo de luz al que las personas se someten, por tanto, desde el punto de vista de la Arquitectura también es importante revisar la exposición a la luz natural a la que están sometidas las personas para favorecer la buena salud. Una aproximación a este abordaje se exemplifica en las Figura 5 y Figura 6. En estas se estima en nivel lumínico al que deberían estar sometidas las personas según la edad para garantizar en un 98.5 la supresión de melatonina y por tanto favorecer el ciclo circadiano de las personas. De acuerdo con eso, en la Figura 6 se evidencia una metodología de valoración de la luz natural en espacios de trabajo no únicamente por la suficiencia lumínica y probabilidad de deslumbramiento sino también por los efectos no visuales de la luz natural.

DISCUSIÓN

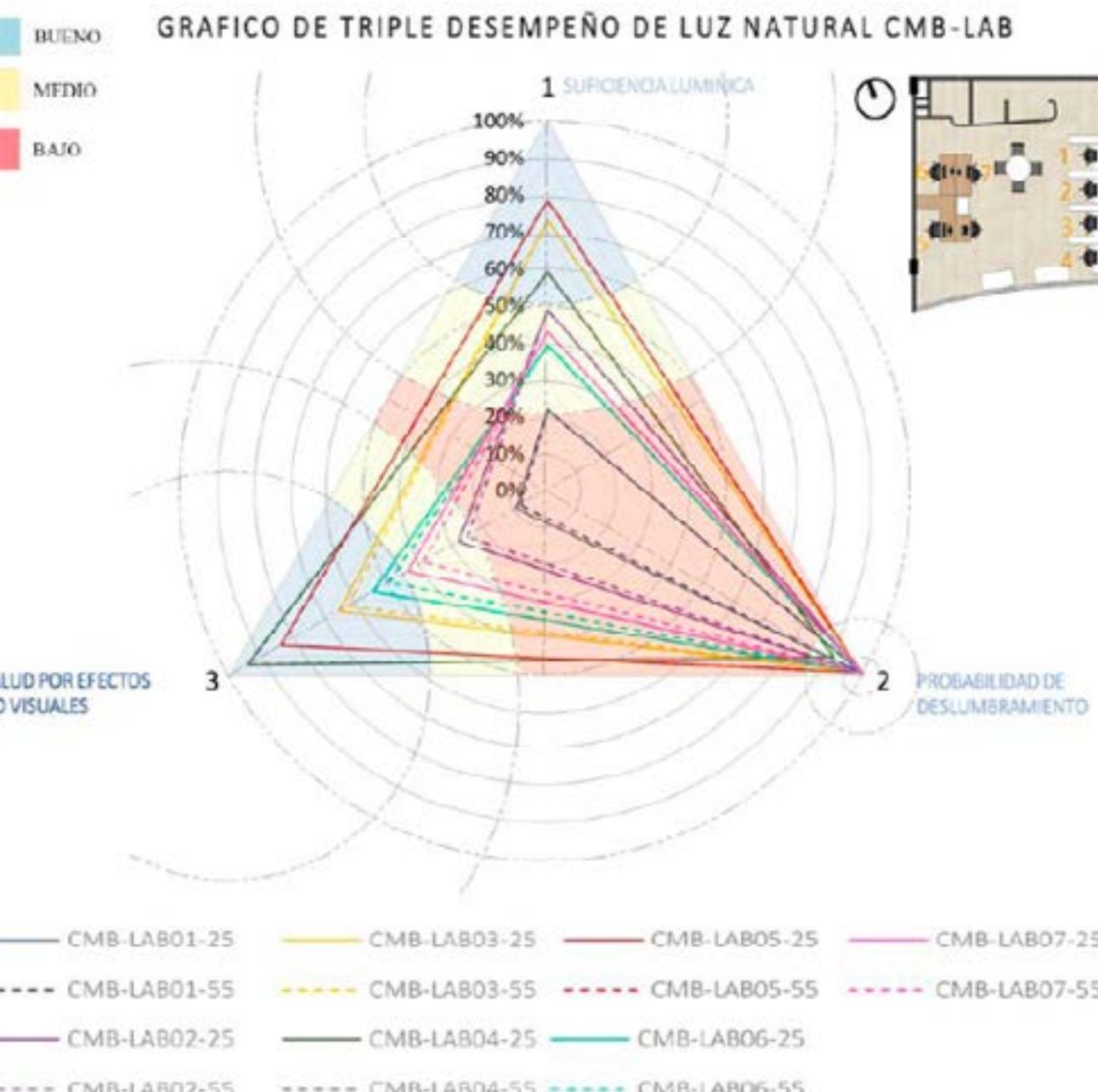
Frente a la necesidad de formación profesional de los arquitectos en Latinoamérica es fundamental enfocar los currículos de las escuelas de arquitectura a los desafíos futuros asociados al cambio climático y al bienestar de las personas.

En las actualizaciones de los currículos es importante retomar los conceptos asociados a los factores humanos, desde las perspectivas más generales que abarcan lo dimensional de los espacios, en donde la relación de este con el cuerpo es fundamental para entender las relaciones de posición y ubicación de los elementos que hacen parte de la vida diaria (García y Herreño, 2022). Así mismo se deben analizar los comportamientos y preferencias de los usuarios en los análisis de lugar, como base para la comprensión de la vida cotidiana de los habitantes que involucren la relación con el contexto en lo social, lo cultural, lo demográfico, lo económico, entre otros.

La nueva pandemia es el cambio climático, frente a esta situación la arquitectura debe analizar desde el currículo, cuáles serán las implicaciones del ambiente construido hoy y proyectar el que pasara con las ciudades en el futuro con la contaminación, las emisiones y las afectaciones en la salud de las personas. Identificando cuales son los aportes de los proyectos arquitectónicos para la consecución de las metas de los objetivos de Desarrollo Sostenible, para esto se requiere una sólida formación en temas de sostenibilidad de los proyectos desde los pilares económico, ambiental y social.

FIGURA 6.

Valoración del desempeño lumínico de una oficina a partir de una triple perspectiva: suficiencia lumínica, probabilidad de deslumbramiento y salud.



Fuente: Giraldo (2018).

Otro aspecto fundamental en la formación del arquitecto es la integración de las tecnologías de la industria 4.0 (Ricardo et al., 2020), el profesional en arquitectura del futuro requiere un sólido conocimiento en Big Data, Biotecnología, Inteligencia artificial, Digitalización, fabricación aditiva, entre otros temas, de forma que pueda afrontar los retos actuales de interacción con otras áreas de conocimiento. Esta formación se debe centrar en vincular una actualización del currículo que permita al sujeto en formación el trabajo colaborativo que permita la interacción en equipos de trabajo interdisciplinares.

En relación con el diseño arquitectónico, la formación del arquitecto se debe centrar garantizar la buena salud, con impactos positivos a nivel físico y mental para los individuos. Esto requiere la formación y el reconocimiento de métricas que permitan estimar el desempeño frente a la salud en el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de San Buenaventura por el soporte en la realización de las investigaciones y las actividades académicas de las que deriva este artículo.

REFERENCIAS

AIHA. (2020). *Reducing the Risk of COVID-19 using Engineering Controls*. AIHA. <https://www.aiha.org/public-resources/consumer-resources/aiha-covid-19-pandemic-efforts>

Allen, J. G. & Macomber, J. D. (2020). *Healthy Buildings: How Indoor Spaces Drive Performance and Productivity*. Harvard University Press.

Altomonte, S., Allen, J., Bluysen, P. M., Brager, G., Heschong, L., Loder, A., Schiavon, S., Veitch, J. A., Wang, L. & Wargocki, P. (2020). Ten questions concerning well-being in the built environment. *Building and Environment*, 180, 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106949>

Bamdad, K., Cholette, M. E., Omrani, S. & Bell, J. (2021). Future energy-optimised buildings — Addressing the impact of climate change on buildings. *Energy and Buildings*, 231(2), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110610>

Boubekri, M., Cheung, I. N., Reid, K. J., Wang, C. H. & Zee, P. C. (2014). Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: A case-control pilot study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 10(6), 603–611. <https://doi.org/10.5664/jcsm.3780>

Fonseca, J. A., Nevat, I. & Peters, G. W. (2020). Quantifying the uncertain effects of climate change on building energy consumption across the United States. *Applied Energy*, 277, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115556>

García, G. (2002). *La ergonomía desde la visión sistémica*. Universidad Nacional de Colombia.

García, A y Herreño, E. (2022). Experiencias didácticas de los estudiantes de arquitectura en modelos tridimensionales para comprender la habitabilidad doméstica. En, E. Herreño, R. Forgiarini, V. Giraldo, L. Arango, N. Giraldo, Y. Hernández, E. Parra, A. García, D. Valencia, C. Mejía, C. Bedoya, E. Ortiz, O. Ramírez, A. Naranco, O. Montoya, J. Piedrahita y D. Saldarriaga, *Experiencias Esenciales Sobre el Hábitat Contemporáneo* (pp. 92–123). Bonaventuriano.

Giraldo, V. (2018). *Ensayo metodológico para la evaluación simultánea de suficiencia lumínica, probabilidad de deslumbramiento y efectos no visuales en la salud con iluminación natural en oficinas*. [Tesis inédita, Universidad de San Buenaventura].

Giraldo, V., Arango, L. y Herreño, E. (2020). Valoración del desempeño lumínico de puestos de trabajo a partir de los efectos no visuales de la luz natural sobre la salud. *ACE Architecture, City and Environment*, 15(43), 1–14. <https://doi.org/10.5821/ace.15.43.8903>

Inostroza, L., Garay, H. y Andrade, G. (2020). Servicios ecosistémicos urbanos en latinoamérica. Oportunidades para el desarrollo urbano sostenible, la acción climática y la gestión de la biodiversidad urbana. *Cods*, (4), 1–17. <https://cods.uniandes.edu.co/que-son-los-servicios-ecosistemicos-urbanos-y-por-que-debemos-tenerlos-en-cuenta/>

Knoop, M., Stefani, O., Bueno, B., Matusiak, B., Hobday, R., Wirz-Justice, A., Martiny, K., Kantermann, T., Aarts, M. P. J., Zemmouri, N., Appelt, S. & Norton, B. (2019). Daylight: What makes the difference? *Lighting Research and Technology*, August, 52, 423–442. <https://doi.org/10.1177/1477153519869758>

Konis, K. (2019). A circadian design assist tool to evaluate daylight access in buildings for human biological lighting needs. *Solar Energy*, 191, 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.020>

Konis, K. (2017). A novel circadian daylight metric for building design and evaluation. *Building and Environment*, 113, 22–38. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.025>

Lee, J. W. & Boubekri, M. (2020). Impact of daylight exposure on health, well-being and sleep of office workers based on actigraphy, surveys, and computer simulation. *Journal of Green Building*, 15(4), 19–42. <http://dx.doi.org/10.3992/jgb.15.4.19>

ONU. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. [A/42/427]. <https://digitallibrary.un.org/record/139811>

Ricardo, H., Rodriguez, B., León, J. y Medina, A. (2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Universidad y Sociedad*, 12(4), 8–15. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1606>

Stramler, J. H. (1993). *The dictionary for human factors/ergonomics*. CRC Press.

Van Rijnsoever, F. J. & Hessel, L. K. (2011). Factors associated with disciplinary and interdisciplinary research collaboration. *Research Policy*, Elsevier, 40(3), 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.11.001>

Velux. (2018). The disturbing facts about the indoor generation. *Indoor Generation*. <https://www.velux.com/indoorgeneration>

Vong, N. K. (2016). *Climate change and energy use: Evaluating the impact of future weather on building energy performance in tropical regions*. [Tesis doctoral, University of Hawaii]. Scholar Space. <http://hdl.handle.net/10125/45569>

Wirz-Justice, A., Skene, D. J. & Münch, M. (2021). The relevance of daylight for humans. *Biochemical Pharmacology*, 191, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114304>

Lucas Arango Díaz. Universidad de San Buenaventura (Medellín, Colombia). <https://orcid.org/0000-0002-3638-3379>

Elisabeth Herreño Tellez. Universidad de San Buenaventura (Medellín, Colombia). <https://orcid.org/0000-0003-0205-7767>

Manuela Murillo Galvis. Universidad de San Buenaventura (Medellín, Colombia).